

IMAGE DISPLAY DEVICE

Publication number: JP2003280050 (A)

Publication date: 2003-10-02

Inventor(s): YANAGAWA KAZUHIKO +

Applicant(s): HITACHI DISPLAYS LTD +

Classification:

- **International:** G02B26/02; G02F1/17; G06F3/041; G09G3/20; G09G3/34;
(IPC1-7): G02F1/17; G06F3/033; G09G3/20; G09G3/34

- **European:** G02B26/02P

Application number: JP20020079932 20020322

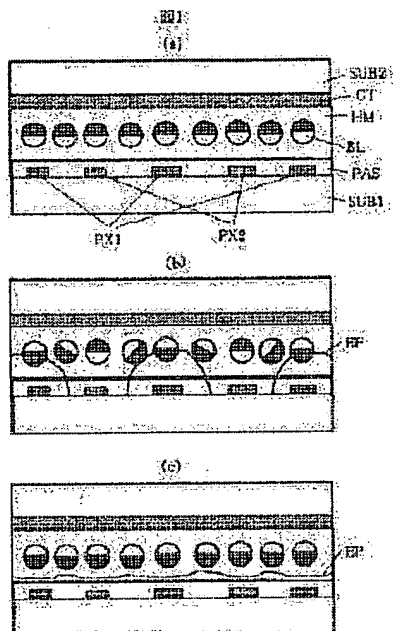
Priority number(s): JP20020079932 20020322

Also published as:

US2003179438 (A1)
US7092065 (B2)

Abstract of JP 2003280050 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve multivalued display by an image display device using electronic balls. ; **SOLUTION:** The image display device having a first substrate and a second substrate and rotatable spherical bodies held between the first and second substrates, is arranged so that the rotatable spherical body has at least two areas classified in color; it has at least a first electrode and a second electrode for applying an electric field to the rotatable spherical bodies; the electric field formed at least between the first electrode and the second electrode is applied to the spherical bodies; and the electric field strength has a plurality of different areas in a pixel. ;
COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-280050
(P2003-280050A)

(43) 公開日 平成15年10月2日 (2003.10.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 2 F 1/17		G 0 2 F 1/17	5 B 0 8 7
G 0 6 F 3/033	3 6 0	G 0 6 F 3/033	3 6 0 A 5 C 0 8 0
G 0 9 G 3/20	6 2 1	G 0 9 G 3/20	6 2 1 Z
	6 4 1		6 4 1 T
	6 4 2		6 4 2 J

審査請求 未請求 請求項の数35 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-79932(P2002-79932)

(22) 出願日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(71) 出願人 502356528

株式会社 日立ディスプレイズ
千葉県茂原市早野3300番地

(72) 発明者 柳川 和彦

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立
製作所ディスプレイグループ内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

Fターム(参考) 5B087 CC01 CC11

5C080 AA13 AA16 AA17 BB05 CC03

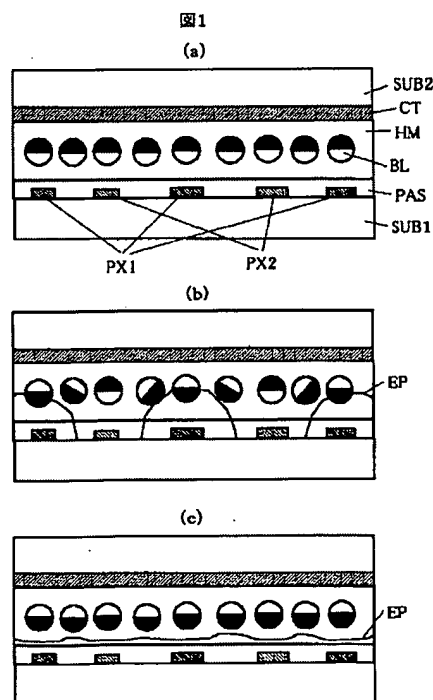
EE29 EE30 JJ02 JJ05 JJ06

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】電子ボールを用いた画像表示装置で多値表示を実現する。

【解決手段】第1の基板と第2の基板を有し、前記第1の基板と前記第2の基板との間に挟持された回転可能な球状体を有する画像表示装置において、前記回転可能な球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記回転可能な球状体に電界を印加する少なくとも第1の電極と第2の電極を有し、少なくとも前記第1の電極と前記第2の電極間に形成された電界が前記回転可能な球状体に加わり、前記電界の電界強度が画素内で異なる複数の領域を有するように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、前記第1の電極と第2の電極に電圧差を与えることで表示を行う画像表示装置であり、前記電圧差に対し、前記球状体に加わる電界の強度が異なる複数の領域を有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項2】第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板に形成された第1の電極と第2の電極と、前記第2の基板に形成された第3の電極を有し、前記第1の電極と第2の電極と第3の電極に電圧差を与えることで表示を行う画像表示装置。

【請求項3】第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、少なくとも前記第1の電極と第2の電極に電圧差を与えることで表示を行う画像表示装置であり、前記電圧差により形成される電界の向きが複数あることを特徴とする画像表示装置。

【請求項4】第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、少なくとも前記第1の電極と第2の電極に電圧差を与えることで表示を行う画像表示装置であり、前記球状体の回転する方向が複数あることを特徴とする画像表示装置。

【請求項5】第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、少なくとも前記第1の基板に形成された第1の電極と、前記第2の基板に形成された第2の電極を有し、前記第2の電極はベタ状電極であり、前記第1の電極は線状電極であることを特徴とする画像表示装置。

【請求項6】前記第1の電極と第2の電極は線状であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項7】前記第1の電極と第2の電極は線状であ

り、前記第3の電極はベタ状であることを特徴とする請求項2に記載の画像表示装置。

【請求項8】前記第1の電極と第2の電極の少なくともいずれかはくの字状の形状を有することを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項9】前記第2の電極は前記第1の電極の2本に挟まれており、前記第1の電極は互いに平行に配置され、前記第2の電極は前記第1の電極に対し斜め方向に延在することを特徴とする請求項6あるいは7に記載の画像表示装置。

【請求項10】前記第2の電極は前記第1の電極の2本に挟まれており、前記第1の電極は互いに平行に配置され、前記第2の電極は前記第1の電極と平行部と非平行部を有し、前記第2の電極の平行部の前記第1の電極に対する距離は、前記第1の電極の延在方向で複数の値を有することを特徴とする請求項6あるいは7に記載の画像表示装置。

【請求項11】前記線状電極は表示面から遠い側に配置されていることを特徴とする請求項5ないし7のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項12】観察者側の基板の表側に透明導電層が形成されていることを特徴とする請求項5ないし7のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項13】観察者側の基板の表側にタッチパネルが形成されていることを特徴とする請求項5ないし7のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項14】前記球状体は、黒い領域と白い領域を有することを特徴とする請求項1ないし13のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項15】前記球状体は、黒い領域と赤、緑、青のいずれかに着色した領域を有することを特徴とする請求項1ないし13のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項16】前記球状体は、黒い領域とシアン、マゼンダ、イエローのいずれかに着色した領域を有することを特徴とする請求項1ないし13のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項17】前記着色した領域の色は、画像表示装置の横方向に隣接する画素毎に異なることを特徴とする請求項15あるいは16に記載の画像表示装置。

【請求項18】第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、前記第1の電極と第2の電極の電極間距離が異なる複数の領域を有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項19】第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有

し、
該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、
前記第1の基板に形成された第1の電極と、前記第2の
基板に形成された第2の電極を有し、
前記第1の電極と第2の電極の間に誘電体層が形成さ
れ、該誘電体の厚みが異なる複数の領域を有することを
特徴とする画像表示装置。

【請求項20】前記第1の電極と第2の電極は前記第1
の基板に形成され、前記第2の電極に形成された第3の
電極を有することを特徴とする請求項18記載の画像表
示装置。

【請求項21】前記第2の電極は複数の前記第1の電極
に挟まれて配置され、前記複数の第1の電極は互いに平
行に延在し、前記第2の電極は前記第1の電極に対し斜
めに配置されていることを特徴とする請求項18あるい
は20記載の画像表示装置。

【請求項22】前記第2の電極は複数の前記第1の電極
に挟まれて配置され、前記複数の第1の電極は互いに平
行に延在し、前記第2の電極は前記第1の電極と平行部
と非平行部を有し、前記第2の電極の平行部の前記第1
の電極に対する距離は、前記第1の電極の延在方向で複
数の値を有することを特徴とする請求項18あるいは20
記載の画像表示装置。

【請求項23】前記第2の電極と前記第2の電極の左側
に配置された第1の電極との距離を第1の距離とし、前
記第2の電極と前記第2の電極の右側に配置された第1
の電極との距離を第2の距離とした場合、前記第1の
距離と前記第2の距離の差が大きい領域よりも前記第1
の距離と前記第2の距離の差が小さい領域は、前記第2
の電極のうちの前記第1の電極に平行な部分の長さが短
いことを特徴とする請求項22に記載の画像表示装置。

【請求項24】前記第1の電極は前記第1の基板に形成
され、前記第2の電極は前記第2の基板に形成され、前
記第1の電極と前記第2の電極の間の距離の異なる複数
の領域を有することを特徴とする請求項18記載の画像
表示装置。

【請求項25】前記第1の電極と第2の電極はベタ状で
あることを特徴とする請求項24記載の画像表示装置。

【請求項26】第1の基板と第2の基板と、該第1の基
板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有
し、
該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、
前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第
1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに
形成された第2の電極を有し、
前記第1の電極と第2の電極との間に印加する電圧によ
り前記球状体の回転を制御する画像表示装置であり、
画素内に前記球状体の回転する閾値電圧が異なる複数
の領域を有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項27】4値以上の多値表示ができることを特徴

とする請求項18ないし26のいずれかに記載の画像表
示装置。

【請求項28】64色以上の多色表示ができることを特
徴とする請求項18ないし26のいずれかに記載の画像
表示装置。

【請求項29】前記球状体は、黒い領域と白い領域を有
することを特徴とする請求項18ないし26のいずれかに
記載の画像表示装置。

【請求項30】前記球状体は、黒い領域と赤、緑、青の
いずれかに着色した領域を有することを特徴とする請求
項18ないし26のいずれかに記載の画像表示装置。

【請求項31】前記球状体は、黒い領域とシアン、マゼ
ンダ、イエローのいずれかに着色した領域を有するこ
とを特徴とする請求項18ないし26のいずれかに記載の
画像表示装置。

【請求項32】前記着色した領域の色は、画像表示装置
の横方向に隣接する画素毎に異なることを特徴とする請
求項30あるいは31に記載の画像表示装置。

【請求項33】第1の基板と第2の基板と、該第1の基
板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有
し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、
前記第1の電極と第2の電極は前記第1の基板に形成さ
れ、該第1の電極と第2の電極の極性が定期的に入れ替
わることを特徴とする画像表示装置。

【請求項34】前記第1の電極と第2の電極は線状であ
り、前記第2の基板に前記第1の電極と第2の電極より
幅広の第3の電極を有することを特徴とする請求項33
記載の画像表示装置。

【請求項35】第1の基板と第2の基板と、該第1の基
板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有
し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、
前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第
1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに
形成された第2の電極を有し、前記球状体は円柱状であ
ることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像表示装置に関す
る。

【0002】

【従来の技術】薄型の画像表示装置として、液晶表示装
置が知られている。しかし、液晶表示装置には、長時間
同一画像を保持することが困難という課題が有る。近
年、これを解決した新たな画像表示装置として、回転す
る電子ボールを用いて表示を行う方式が提案されてい
る。

【0003】該方式の概略を説明する。同一ボールの半
球を、黒領域、白領域と塗り分け、例えば黒領域にあ
らかじめプラスかマイナスの何れかの極性の静電気を付与
する。そして、このボールを上下基板に設けた電極間に

保持する。上下電極間に電界を与え、電界強度が閾値以下なら黒領域が表側を向き黒表示、閾値以上ならボールは回転して白領域が表側を向き白表示となり、黒白の2値表示を行う。電気泳動による方式も含むこの方式は、長時間同一画像を保持することが可能であり、いわゆる電子ペーパーとして期待されているものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前述のボールの回転により表示を行う方式では、ボールの回転は表示電界が閾値を超えるかどうかで決まり、すなわち2値表示が成される構成である。閾値による反転であるため、ボールは長時間保持されることになる。しかし、この方式では多階調表示が困難であるという課題が有る。

【0005】白黒表示以外のカラー表示を実現する手法としては、特開2000-194022がある。しかし、多階調表示を行う手法は開示されていない。したがって、原色の組み合わせを超えた、各色の階調表示が必要な、64色以上のような多色表示を実現することが困難という課題が有る。

【0006】本発明の解決する第1の課題は、ボールの回転により表示を行う画像表示装置において、多階調表示を実現した画像表示装置を提供することにある。

【0007】本発明の解決する第2の課題は、ボールの回転により表示を行う画像表示装置において、64色以上の多色表示を実現した画像表示装置を提供することにある。

【0008】本発明の解決する第3の課題は、ボールの回転により表示を行う画像表示装置において、長時間表示時の焼き付きを解消した画像表示装置を提供することにある。

【0009】本発明の解決する第4の課題は、ボールの回転により表示を行う画像表示装置において、反射率を向上し、明るい画像表示装置を提供することにある。

【0010】本願は上記各課題への解決策を提供するものであり、むしろそのいずれかの解決策のみを用いても良い。

【0011】本願の他の課題は本願明細書において明らかとなるであろう。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明による課題の少なくともいずれかを解決するための手段の主な例を挙げると、以下のようになる。

【0013】(手段1)第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、前記第1の電極と第2の電極に電圧差を与えることで表示を行う画像表示装置であり、前記電圧差に対し、前記球状体に加わる電

界の強度が異なる複数の領域を有する。

【0014】(手段2)第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板に形成された第1の電極と第2の電極と、前記第2の基板に形成された第3の電極を有し、前記第1の電極と第2の電極と第3の電極に電圧差を与えることで表示を行う。

【0015】(手段3)第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、少なくとも前記第1の電極と第2の電極に電圧差を与えることで表示を行う画像表示装置であり、前記電圧差により形成される電界の向きが複数ある。

【0016】(手段4)第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、少なくとも前記第1の電極と第2の電極に電圧差を与えることで表示を行う画像表示装置であり、前記球状体の回転する方向が複数ある。

【0017】(手段5)画像表示装置において、第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、少なくとも前記第1の基板に形成された第1の電極と、前記第2の基板に形成された第2の電極を有し、前記第2の電極はベタ状電極であり、前記第1の電極は線状電極である。

【0018】(手段6)手段1ないし4のいずれかにおいて、前記第1の電極と第2の電極は線状である。

【0019】(手段7)手段2において、前記第1の電極と第2の電極は線状であり、前記第3の電極はベタ状である。

【0020】(手段8)手段1ないし7のいずれかにおいて、前記第1の電極と第2の電極の少なくともいずれかはく字状の形状を有する。

【0021】(手段9)手段6あるいは7において、前記第2の電極は前記第1の電極の2本に挟まれており、前記第1の電極は互いに平行に配置され、前記第2の電極は前記第1の電極に対し斜め方向に延在する。

【0022】(手段10)手段6あるいは7において、前記第2の電極は前記第1の電極の2本に挟まれており、前記第1の電極は互いに平行に配置され、前記第2の電極は前記第1の電極と平行部と非平行部を有し、前記第2の電極の平行部の前記第1の電極に対する距離

は、前記第1の電極の延在方向で複数の値を有する。

【0023】(手段11) 手段5ないし7のいずれかにおいて、前記線状電極は表示面から遠い側に配置されている。

【0024】(手段12) 手段5ないし7のいずれかにおいて、観察者側の基板の表側に透明導電層が形成されている。

【0025】(手段13) 手段5ないし7のいずれかにおいて、観察者側の基板の表側にタッチパネルが形成されている。

【0026】(手段14) 手段1ないし13のいずれかにおいて、前記球状体は、黒い領域と白い領域を有することを特徴とする。

【0027】(手段15) 手段1ないし13のいずれかにおいて、前記球状体は、黒い領域と赤、緑、青のいずれかに着色した領域を有する。

【0028】(手段16) 手段1ないし13のいずれかにおいて、前記球状体は、黒い領域とシアン、マゼンダ、イエローのいずれかに着色した領域を有する。

【0029】(手段17) 手段15あるいは16において、前記着色した領域の色は、画像表示装置の横方向に隣接する画素毎に異なる。

【0030】(手段18) 画像表示装置において、第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、前記第1の電極と第2の電極の電極間距離が異なる複数の領域を有することを特徴とする。

【0031】(手段19) 画像表示装置において、第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板に形成された第1の電極と、前記第2の基板に形成された第2の電極を有し、前記第1の電極と第2の電極の間に誘電体層が形成され、該誘電体の厚みが異なる複数の領域を有する。

【0032】(手段20) 手段18において、前記第1の電極と第2の電極は前記第1の基板に形成され、前記第2の電極に形成された第3の電極を有する。

【0033】(手段21) 手段18あるいは20において、前記第2の電極は複数の前記第1の電極に挟まれて配置され、前記複数の第1の電極は互いに平行に延在し、前記第2の電極は前記第1の電極に対し斜めに配置されている。

【0034】(手段22) 手段18あるいは20において、前記第2の電極は複数の前記第1の電極に挟まれて配置され、前記複数の第1の電極は互いに平行に延在し、前記第2の電極は前記第1の電極と平行部と非平行

部を有し、前記第2の電極の平行部の前記第1の電極に対する距離は、前記第1の電極の延在方向で複数の値を有する。

【0035】(手段23) 手段22において、前記第2の電極と前記第2の電極の左側に配置された第1の電極との距離を第1の距離とし、前記第2の電極と前記第2の電極の右側に配置された第1の電極との距離を第2の距離とした場合、前記第1の距離と前記第2の距離の差が大きい領域よりも前記第1の距離と前記第2の距離の差が小さい領域は、前記第2の電極のうちの前記第1の電極に平行な部分の長さが短い。

【0036】(手段24) 手段18において、前記第1の電極は前記第1の基板に形成され、前記第2の電極は前記第2の基板に形成され、前記第1の電極と前記第2の電極の間の距離の異なる複数の領域を有することを特徴とする。

【0037】(手段25) 手段24において、前記第1の電極と第2の電極はベタ状である。

【0038】(手段26) 第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、前記第1の電極と第2の電極との間に印加する電圧により前記球状体の回転を制御する画像表示装置であり、画素内に前記球状体の回転する閾値電圧が異なる複数の領域を有する。

【0039】(手段27) 手段18ないし26のいずれかにおいて、前記球状体は、黒い領域と白い領域を有する。

【0040】(手段28) 手段18ないし26のいずれかにおいて、前記球状体は、黒い領域と赤、緑、青のいずれかに着色した領域を有する。

【0041】(手段29) 手段18ないし26のいずれかにおいて、前記球状体は、黒い領域とシアン、マゼンダ、イエローのいずれかに着色した領域を有する。

【0042】(手段30) 手段30あるいは31において、前記着色した領域の色は、画像表示装置の横方向に隣接する画素毎に異なる。

【0043】(手段31) 第1の基板と第2の基板と、該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の電極と第2の電極は前記第1の基板に形成され、該第1の電極と第2の電極の極性が定期的に入れ替わる。

【0044】(手段32) 手段31において、前記第1の電極と第2の電極は線状であり、前記第2の基板に前記第1の電極と第2の電極より幅広の第3の電極を有する。

【0045】(手段33) 第1の基板と第2の基板と、

該第1の基板と第2の基板間に挟持された回転可能な球状体を有し、該球状体は色分けされた少なくとも2領域を有し、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第1の電極と、前記第1の基板と第2の基板のいずれかに形成された第2の電極を有し、前記球状体は円柱状である。

【0046】本発明の更なる手段は請求項を含む本願明細書において明らかとなるであろう。

【0047】

【発明の実施の形態】本発明の特徴を、以下実施例により説明する。

【0048】（実施例1）図1に本発明の一実施例による画素の模式断面構造を示す。第1基板SUB1に2種類の電極PX1とPX2が形成され、交互に配置されている。PX1、PX2の上には電極の保護のため保護膜PASが形成されている。第2基板SUB2の内面には基準電極CTが形成されている。SUB1とSUB2の間には球状体、あるいは電子ボールBLが形成されている。該電子ボールは輝度を異ならせた2領域を有し、例えば一方を黒、他方を白として形成されている。この電子ボールBLは支持体HMに支持されている。製造工程の容易化には、電子ボール及び支持体をSUB2に形成しても良い。これにより、電極配置が相対的に複雑な第1基板SUB1を別個に製造できるため、歩留まりの向上が図れる。

【0049】図2は、図1でのPX1とPX2間での電子ボールの様子をSUB2側から見た模式平面図である。

【0050】電極PX1、PX2、CT間の電圧印加による電子ボールの回転の様子を図1、2を用いて説明する。

【0051】図1（a）は定常状態である。電子ボールの黒部はSUB2側を向いている。SUB2側を表示面側とすることにより、SUB2側から入射する光は電子ボールの黒部で吸収されるため、反射率の低いものとなる。このため、観察者に観察される表示像は暗いものとなり、黒表示となる。図2（a）は表示面側から見た図である。電子ボールが黒面を表に整列していることがわかる。このように、黒表示となっている。

【0052】図1（b）は中間調状態である。電子ボールの半球、例えば黒部にはあらかじめ静電気が帯電させてある。例えばプラスの電荷とする。このとき、CTにプラスの電荷を加えれば、CTのプラス電荷と電子ボールのプラス電荷間に反発力が加わり、電子ボールには回転力が生じる。この回転力がある閾値を超えると、電子ボールは回転する。従来の方式では、この回転の有無のみで表示を行っていたため、2値表示となり、多階調表示ができないものであった。これに対し、図1（b）で、例えばCTを0V、PX1に-20V、PX2に+10Vの電位を加えると、電子ボールは図1（b）のよ

うに整列する。PX1上の電子ボールは黒色面がSUB1側となり、PX1、PX2間の電子ボールは電界に従い向きを変える。これは、閾値に相当する等電位面が、図中にEPとして細線で示すように、PX1を囲む半円状の形状となるからである。電圧から等電位面は容易に理解できるため、図示はしていない。図1（b）の状態での電子ボールを表示面側から見た図が図2（b）である。表示面側が白いボール、黒いボール、中間的なボールが混在する。実際に観察者に目視される画像はこれらが混在し平均化されたものとなるため、中間調として認識される。CTとPX1とPX2の電位差を調整することにより、等電位面のPX1からの距離が変動する。これにより、PX1とPX2の間にある電子ボールの回転の度合いが変化する。したがって、多階調の表示を実現することができる。

【0053】図1（c）はPX1とPX2にいずれも-20Vを加えた例である。等電位面は図にEPとして細線で示すように、PX1とPX2に平行状になる。このため、電子ボールは完全に回転する。表示像は、図2（c）に示すように、白表示となる。

【0054】このように、本実施例によれば、中間調表示を実現した電子ボールを用いた画像表示装置を実現することができる。

【0055】画像をリセットする際は、例えば-20V、PX1とPX2に+20Vを加えれば、電子ボールの黒色部はSUB2側に面し、再び図1（a）の状態とすることができる。

【0056】本実施例は黒部をプラスに帯電させた例で説明したが、マイナスに帯電させても電極間の電位を適切に設定することで同様に多階調表示が可能である。

【0057】このように、本実施例ではPX1とPX2の電圧を制御し、また電圧差を制御することで、4階調以上の多階調表示が容易に実現できる。

【0058】また、電子ボールを黒色と白色の代わりに、着色部と非着色部とすると、カラー表示が実現する。例えば、赤と黒で、赤色の多階調表示が実現する。したがって、例えば電子ボールを用いた画像表示装置を複数の画素で構成し、隣接する画素毎に異なる色の電子ボール、例えば赤、緑、青の3色を順次配置することでカラー表示が実現する。各色とも多階調表示ができるため、各色4階調以上の多階調表示を行えば、64色以上の多色表示が実現し、新聞レベルの表示を色的には代替可能な電子ペーパーが実現できる。

【0059】また本発明での電子ボールとは、少なくとも2色あるいは2つの輝度以上の領域を有し、その2領域のいずれかを表示面側に選択的に向けることが可能である構成物を意味している。したがって、完全な球状でなくてもよい。本発明の球状体とは、その断面形状の少なくとも一部が曲線部を有する構造体を意味している。また本発明での回転とは、移動しながら向きを変える構

造体、及び移動により向きを変える構造体も含むものである。

【0060】（実施例2）図3及び図4は実施例1の図1及び図2に相当する図である。実施例1との違いは、SUB2側にCTがないことである。

【0061】実施例1のCTはPX1とPX2間に形成される電位の安定化に寄与する。しかしなくても、同様の表示は可能であり、この場合SUB2側のCTを廃止した分低コスト化が図れる。

【0062】図3（a）は電子ボールの黒部にプラスを帯電させ、PX1とPX2に例えば+20Vを印加した状態である。表示は図4（a）に示すように黒表示となる。

【0063】図3（b）はPX1に-20V、PX2に+20Vを印加した例である。等電位面EPはPX1とPX2間で垂直になる。この結果、電子ボールは図4（b）のような表示となり、中間調表示が実現する。

【0064】図3（c）はPX1とPX2に-20Vを印加した例である。等電位面EPは基板SUB1とほぼ平行になるため、電子ボールの黒部がSUB1側となる。表示像は、図4（c）に示すように、白表示となる。

【0065】実施例1の場合と異なり、SUB2側にCTがないため、中間調での電圧による制御の精度は低下するため、実施例1に比較すると表示可能な階調数は低下する。しかし、64階調以上の多階調表示が可能であり、CTレスによる低コスト効果から、電子ペーパーとして十分な性能を有するものとなる。

【0066】しかし、1600万色以上の、いわゆるフルカラー対応には、実施例1の構成のほうが好適である。

【0067】（実施例3）実施例1、実施例2のいずれにおいても、電子ボールを用いる画像表示装置において、視野角の拡大を実現できるという新規かつ顕著な効果を示す。

【0068】図6を用いて説明する。図6（b）、（c）、（d）に、電子ボールが図6（a）の状態にある場合におけるb、c、dそれぞれの方向での電子ボールの見え方を示す。上方向である図6（b）は白、左方向である図6（c）および右方向である図6（d）では若干黒が混じるが大部分は白となっている。したがって、黒か白の2値表示では、輝度の差あるいは色の差の角度依存性は少なく、視野角の問題は重要ではないことがわかる。しかし、この輝度の差、あるいは色の差は、中間調状態では大問題となるものであることが判明した。図6（e）は中間調状態での電子ボールの一例である。このとき、図6（a）と同様にb、c、dの方向から見た状態を（f）（g）（h）に示すと、図6（f）では大部分白で一部黒、（g）では白、（h）では大部分黒で一部白となる。このため、見る方向によって黒～

白までの範囲で変わってしまい、目的の中間調となるのは正面からの限られた方向のみとなる。これは、視野角の狭い画像表示装置となってしまう。

【0069】そこで、本発明では、例えば実施例1及び2に開示の構造を用いることにより、電極間に形成される電界の向きを複数有するように構成した。線状電極の交互配置により実現する構成である。これにより、電子ボールは図1（b）や図3（b）に示すように、白部が右側に向く領域と左側に向く領域が混在する。すなわち、電子ボールは中間調状態で逆方向の複数の向きを向いて配置される。この結果、電子ボールの見え方の差が互いに補うため、視野角を広くすることができる。すなわち、図6でのcの方向、すなわち左方向から画像表示装置を見た場合、図1（b）および図3（b）の電子ボールの向きから明らかなように、図6でのcの方向から見る電子ボールとdの方向から見る電子ボールが混在するため、実際の目視像は図6（g）と（h）を平均化したものとなり、中間調表示となる。

【0070】これにより、中間調でも広視野角な電子ボールを用いた画像表示装置が実現できる。

【0071】さらに、図2（b）および図4（b）に明らかなように、正面から見た電子ボールは白、黒、中間調の各種の向きが混在したものであり、表示像としては中間調として見える。このため、正面と斜めからの見え方の差がきわめて少ない構成となり、さらに広視野角化が実現している。

【0072】複数の電子ボールが互いに逆方向の向きを向くためには、電界により電子ボールの回転する方向が複数あることが必要である。また、図2（b）および図4（b）に電界Eとして示すように、電子ボールに加わる電界の向きが複数あることでもある。

【0073】さらに、2本の線状電極PX1、PX2の極性を互いに異ならしめた結果、図2（b）および図4（b）に示すように、PX1上の電極は白、PX2上の電極は黒の状態が混在する。このように中間調で正面から見て白と黒の状態が混在することで、さらに中間調の視野角の改善が実現している。

【0074】図5は、さらに電界の向き、及び回転の方向を増加せしめた構成例であり、図2および図4に相当する正面から見た図である。PX1とPX2が平行に延在している。そしてPX1とPX2はくの字状、あるいはクランク状に屈曲した構成となっている。

【0075】図5（a）はPX1とPX2に+20Vを印加した状態である。電子ボールの黒部分にプラスの電荷が帯電しているため、電子ボールの黒部分が反電極側、すなわち正面側を向き、黒表示となっている。

【0076】図5（b）はPX1に-20V、PX2に+20Vを印加した状態であり、中間調状態である。PX1上の電子ボールは白、PX2上の電子ボールは黒となり、PX1とPX2の中間の電子ボールは白と黒が半

々となって見えている。図5(b)の状態では特徴的なことは、電極が屈曲していることにより、電極間に形成される電界の向きEがさらに多方向になっている点である。このため、電子ボールの黒白半々のものは、白部が右斜め上、右側、右斜め下、左斜め下、左、左斜め上と種々の方向を向いた多数の領域が形成される。この結果、中間調状態で各方向での電子ボールの見え方をさらに平均化でき、さらに広視野角化が実現する。

【0077】図5(c)はPX1とPX2に-20Vを印加した状態であり、電子ボールは白表示となる。

【0078】以上のように実施例1及び実施例2の画像表示装置では、広視野角化の効果も合わせて実現している。さらに、図5のように、くの字状あるいはクランク状の電極とすることで、さらに視野角の向上を図ることができる。

【0079】(実施例4)図7は、細線状の電極が形成された基板SUB1の裏面にシールド電極SEが形成されている構成である。シールド電極SEは透光性を確保するため、透明導電体で形成されている。電子ボールを用いた画像表示装置では、静電気に対する対策が重要である。なぜなら、静電気は10000Vを超える高電位になることが珍しくないものである。そのような高電圧が該画像表示装置に加わると、電子ボールに予め付与された静電気に影響する。絶縁抵抗が無限大であれば電荷のリークは生じないが、実際の画像表示装置では無限大の絶縁抵抗はありえないため、該静電気により電子ボールの静電気の量が変動してしまう。この結果、該電子ボールの静電気の量は不逆適な変動を受けてしまう。このため、外部の静電気除去後も電子ボールの静電気の値は以前と異なった値となり、電子ボールの回転閾値がずれたものになってしまう。これは、該画像表示装置は正常な表示ができなくなり、表示装置としては破壊されてしまったことを意味する。したがって、電子ボールを用いた画像表示装置では、静電気対策が極めて重要である。

【0080】図7に示すシールド電極SEを設けることにより、外部からの静電気が電子ボールに影響しなくなる。このため、静電気による画像表示装置の破壊を防止することができる。

【0081】図8は、シールド電極SEの代わりに、タッチパネルで代用した例である。電子ボールを用いた画像表示装置を電子ペーパーとして使用するには、情報の入力機能が必要である。この際、表示面側にタッチパネルを設けることで従来のペーパーと同様に書き込むことが可能となる。タッチパネルの構成自体は既に広く知られているものであり、いずれの構成でも良い。一例を図8に示す。タッチパネルTPは下側基板SUB1と上側基板SUB4の間に、下部電極LEと上部電極UEをスペーサSPを介して対抗させた構成となっている。このとき、光透過率確保のため、下部電極LEと上部電極UEは透明導電体で形成されている。これらが図7でのシ

ールド電極SEとして働く。SUB4表面から、操作者がタッチパネルを押すと、UEとLEが接触し、導通が生じる。UEとLEはマトリクス状に構成されているため、その交点の位置が外部回路(図示していない)によって検出され、位置情報が特定される。該情報を画像表示装置にフィードバックし、電子ボールの表示状態を変化させれば、画面からの入力に従い表示をさせることができ、従来のペーパーと同様の電子ペーパーとなる。

【0082】図9は、図8のタッチパネルTPを電極が幅広い範囲あるいはベタ状に形成されたSUB2側に形成した例である。このような場合でも、タッチパネルにより静電気シールドをすることで、より画像表示装置の信頼性が向上する。

【0083】図7から図9にて説明したシールド電極SEあるいはタッチパネルTPによる静電気シールドは、電子ボールを用いた画像表示装置全般に適用可能であり、本願開示の各実施例に適用可能である。さらに、本実施例は、電子ボールを用いた画像表示装置に静電気シールドを適用する概念を提供し、該画像表示装置の信頼性の向上を実現するものである。

【0084】(実施例4)図10に本願の各実施例に開示の電子ボールを用いる画像表示装置でカラー表示を実現する構成を説明する。マトリクス状に構成された画素群を形成する。そのうち、横方向に隣接する画素群毎に、電子ボールの一領域の色を異ならせる。例えば赤(R)、緑(G)、青(B)の着色領域を有する電子ボールをそれぞれ図10に示すように配置する。電子ボールが2領域有れば、1領域はこれらのいずれかの色であり、他の領域は例えば黒とする。横方向に隣接する3画素を単位として、表示画素pixelが構成される。上記赤、緑、青はいわゆる3原色と呼ばれる組み合わせである。また、いわゆる補色と呼ばれる、シアン、マゼンダ、イエローの組み合わせでも良い。

【0085】また同一色の電子ボールの配置は、縦方向に隣接する各画素で独立させても良い。また、縦方向に隣接する画素では図10に示すように一体に配置領域を形成しても良い。製造工程の簡素化が図れるからである。

【0086】(実施例5)図11に本願の各実施例で開示の画像表示装置での電子ボールの支持の様子を説明する。

【0087】図11(a)は上側SUB2と分離体DIV間に電子ボールBLが充填され、さらにその下に支持体HMが形成されている構成である。分離体DIVを例えば画素間に配置することにより、画素毎に配置する電子ボールが明確になる。このため、画素毎に異なる色の電子ボールを配置する場合などに混色を防止でき好適である。支持体HMは分離体DIVと接着されており、支持体HMと分離体DIVと基板SUB2により電子ボールBLが挟持される。

【0088】図11(b)は支持体HM中に電子ボールBLを配置した例である。支持体HMはネットワーク状の樹脂ポリマーや発泡樹脂、多孔質媒体等が一例として適用可能である。製造方法としては、支持体HMを形成後電子ボールBLを導入しても良く、また支持体HMと電子ボールBLの混合物を形成しても良い。また支持体自体の形成精度が良ければ分離体DIVの省略も可能である。

【0089】図11(c)はマイクロカプセルMC内に電子ボールBLを形成したものである。マイクロカプセルで支持体HMと分離されるため、支持体HMとの一体形成が容易になる。電子ボールBLはマイクロカプセルMC中で回転する、あるいは移動して向きを変える。またマイクロカプセルで支持体HMと分離されるため、電子ボールの代わりに電気泳動物質を設けるような構成にも好適である。

【0090】図11(d)に電子ボールの構成例を示す。図は模式断面図である。電子ボールの半球に相当する領域が着色領域BKとなっている。このとき、電子ボール自体を白色もしくは光散乱性とすれば、電子ボールの回転で白黒表示が実現する。電子ボールを着色する、あるいは電子ボールを黒色にし、BK領域を着色すれば回転によりカラー表示が実現する。またBK領域を導電性で構成する、もしくはBK領域に位置づけて導電性層を構成し、BK領域を含むボールすべてを絶縁体ILで覆うことにより、電子ボールの半球に選択的に静電気を保持させることが可能となる。

【0091】図11(e)に電子ボールの他の構成例を示す。図11(d)との違いは白表示層WHの上に黒表示層BKが形成されている点である。またこの構成では、BL部分は透明が望ましい。これにより、電子ボールが図のように上向きときは黒表示、回転したときは電子ボールBL内部を光が透過し、WHで反射し、反射光が観察者に見られるので白表示となる。WH部を着色すれば、同様にカラー表示が実現する。またWH層を導電層とした場合は、BK層を絶縁層とすればILの役割をBKで兼用させることができる。またBK層とWH層の配置は逆でも良い。この場合、BK層を導電層とすれば、WH層でIL層の役割を兼用できる。

【0092】本実施例では本願各実施例に適用できる本願の電子ボールの支持構成及び電子ボールの構成の代表例を開示した。むろん、本実施例で開示の構成に限定するものではない。また本実施例の構成のみを他の実施例と組み合わせることなく用いても、本実施例で開示の効果を奏することができる。

【0093】(実施例6)図12に、中間調表示を実現する別の例を示す。画素部を平面的に見た図である。本実施例は、電子ボールを用いた画像表示に適し、また電気泳動表示装置にも適するものである。

【0094】線状のPX1の間にPX1に対し斜め方向

に延在するPX2が構成されている。これにより、PX1とPX2の間の距離が異なる複数の領域を有するようにしている。図12(a)の構成ではPX2が直線であるため、連続的に距離が変化する構成となっている。これは、PX1とPX2の間にある電位差を与えた場合、領域毎にPX1とPX2の距離が異なるため、領域毎に電界強度が異なることを意味する。これを利用し、電子ボールあるいは電気泳動体自体の閾値電圧は同じでありながら、領域毎に異なった閾値を持たせることが可能となる。これにより、高精度の中間調表示が実現する。

【0095】図20は領域毎に異なった閾値電圧を持たせることにより中間調表示を実現した結果を示す。横軸は電圧、縦軸は相対輝度である。従来の例では、閾値電圧以下の電圧では黒状態であり、閾値電圧以上では白状態となる2値表示しか実現しなかった。これに対し、領域毎に電界強度を変えることで領域毎に閾値電圧が変わる。距離が領域毎に異なるため、閾値電界を与える電圧値が領域毎に異なるためである。これは、逆に言えば、電子ボールに加わる電界強度を領域毎に変える構成ということができる。図20では本発明(1)として示すように連続的な特性を示し、中間調の高精度での表示が実現する。本概念の利点は、電子ボールあるいは電気泳動体自体は閾値が2値であるにもかかわらず、領域制御により、多値表示が実現する点に有る。したがって、画素パターンのみで対応できるため、設計、製造が容易である。さらに電子ボールの閾値を多値にした場合より、多階調表示が実現できる。

【0096】図12で階調表示の様子を説明する。図12は表示面側から見た図であり、BKは黒状態の領域、WHは白状態の領域を示す。個々の電子ボールは省略し、領域として説明する。

【0097】図12(a)は黒状態である。例えばPX1とPX2が+20Vの状態である。PX1とPX2の間の全領域が黒領域BKとなっている。

【0098】図12(b)は暗い中間調である。例えばPX1に-10V、PX2が0Vの状態である。PX2からPX1へ向かう電界Eに対し、電界強度は電極間の距離が短い領域では強く、長い領域では弱くなる。電極間の距離が短い領域では電界強度が電子ボールの閾値を超え、電子ボールが反転し白表示WHとなる。

【0099】図12(c)は明るい中間調である。例えばPX1に-20V、PX2が0Vの状態である。PX2からPX1へ向かう電界Eに対し、電界強度は電極間の距離が短い領域では強く、長い領域では弱くなる。電極間の距離が短い領域では電界強度が電子ボールの閾値を超え、電子ボールが反転し白表示WHとなる。PX1とPX2の電圧差が図12(b)の場合より増加しているため、閾値を超える電界が形成される領域が図12(b)の場合より拡大し、明るい中間調となっている。

【0100】このように、領域制御により中間調の制御

が容易に実現し、多階調表示が実現する。

【0101】(実施例7) 本実施例は実施例6の概念を具現化する別の実施例である。図13に示すように、2本のPX1間にくの字状あるいはクランク状に屈曲したPX2が形成されている。領域毎にPX1とPX2間の距離を異なるように形成している。実施例6と同様に、図13(a)に示す黒表示から、PX1とPX2間の電圧差を増大させると、距離の近い領域から白表示WHへと反転し、図13(b)に示す暗い中間調状態となり、さらに電圧差を増大させると図13(c)に示す明るい中間調状態となる。

【0102】図12の構成ではWHの領域は2領域であったが、図13の構成では3領域となる。このため、本実施例では画素内の輝度均一性を向上でき、目視時により均一な表示となる。特に、閾値の低い電子ボールを用い、電極間距離を大きく離れた画像表示装置において、輝度均一性の向上が図れる。さらに図13の構成では、前述の実施例同様に、中間調での視野角拡大の効果を一層向上したものととなる。

【0103】(実施例8) 本実施例は実施例6の中間調表示を実現する概念を具現化する別の実施例である。図14(a)に示すように、2本のPX1間にクランク状に屈曲したPX2が形成されている。すなわち、平行に延在された2本のPX1の間にPX2が形成され、このPX2はPX1と平行な領域と非平行な領域を有して構成されている。これにより、PX1とPX2の間の電極間距離を不連続の複数の値とすることができる。この構成は、領域毎に閾値となる電圧どうしが分離した値となるため、PX1とPX2に与える電圧差に対し、デジタル的に輝度が変化することになる。図20の本発明(2)としてその一例を示す。このため、電子ボールの閾値が多少ばらついても、電極間の電圧に対する輝度の特性は影響を受けないため、電子ボールの閾値ばらつきによる製品間のばらつきを完全に排除することが可能となる。このように電極間距離を離散的にすることで中間調表示を行いつつばらつきを排除する構成は、概念として適用するすべての構成を含む。したがって、PX1とPX2を面状あるいはベタ状電極として構成し、かつPX1とPX2をそれぞれ対抗する別基板に配置し、このPX1とPX2の間の距離を離散的にしても同様の効果を奏することができる。

【0104】図14(b)は、PX2のPX1との平行部の配置に関する例である。PX2の左側及び右側の両方にPX1が配置されている。図14(b)のように d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 、 L_1 、 L_2 、 L_3 とすると、 $d_2 \gg d_3$ 、 $d_4 \gg d_1$ となっている。 d_1 、 d_2 を与えるPX2の領域は、PX2とPX1の左右での距離の差が大きくなっている。この領域のPX2の長さを L_1 とする。これに対し、 d_3 、 d_4 を与えるPX2の領域は、PX2とPX1の左右での距離の差が小さくな

ている。この領域の長さを L_3 とする。このとき、 $L_1 > L_3$ として構成する。これにより、図20で本発明(2)として示す電圧—輝度特性を、本発明(1)として示す滑らかな曲線により近づけることが可能となる。

【0105】(実施例9) 実施例6から8に示したPX1とPX2は種々の配置が可能である。PX1とPX2をSUB1上に設けても良い。またPX1をSUB1、PX2をSUB2に設けても良い。またPX1とPX2をSUB1に設け、SUB2に面状あるいはベタ状のCTを設けても良い。実施例6から8に開示の思想を適用する限り、種々の構成が可能である。

【0106】(実施例10) 本実施例は実施例6の中間調表示を実現する概念を具現化する別の実施例である。図15に画素の断面構成を、図16に図15に対応する正面から見た表示の様子を示す。図15(a)で説明する。SUB1上に形成されたPX1とSUB2に形成されたCTを有する。そしてPX1とPX2の距離が領域毎に異なるように構成されている。図15(a)ではPX1に傾斜を持たせることにより、PX1とPX2の距離を領域毎に変えている。PX1の傾斜を構成する一例を説明する。保護膜PAS1を塗布後、離間して、かつそのサイズを異なったものとして露光する。これをエッチングすると、図15(a)に示すように徐々に高さやサイズの小さくなるものとしてPAS1を構成できる。この上に保護膜PAS2を有機材料で構成すると、下地PAS1の段差により塗布膜厚が変わるため、図のような斜め形状となる。むろん、他の手法、例えばPAS1なしに、PAS2への露光量を変えて硬化度を領域毎で変えることで膜厚を領域毎に変えても良い。また、予め斜め部を有する基板を用いても良い。またプラスチックや樹脂をSUB1に用いる際は、プレス加工により基板自体の膜厚を変化させ斜め部を形成しても良い。また印刷法により斜め状になるように樹脂を印刷しても良い。製法に関する説明は容易に理解できるため、図示していない。

【0107】電子ボールの黒部分がプラスに帯電している例で説明する。図15(a)は電子ボールの黒面がSUB2側を向き、表示は図16(a)のように黒表示となっている。一例として、CTが0V、PX1が+20Vの状態である。

【0108】図15(b)は暗い中間調の状態である。例えばCTが0V、PXが-10Vとすると、PX1とCTの距離の狭い領域では電界強度が閾値を超え、電子ボールが回転する。これにより、図16(b)に示すように、距離の狭い部分に対応する右側が部分的に白状態となる。目視上は黒部分と白部分を平均化して認識されるため、暗い中間調となる。

【0109】図15(c)は明るい中間調の状態である。例えばCTが0V、PXが-15Vとすると、図15(b)の場合よりさらに電界強度が閾値を超える領域

が拡大する。この結果、図16(c)に示すように、さらに白表示領域が拡大し、明るい中間調となる。さらにCTとPXの電位差を拡大すれば、全白状態となる。

【0110】本実施例の構成でも、多階調の中間調表示ができる。さらに、細線状の電極は必要なく、面状あるいはベタ状の電極でよいから、加工精度のばらつきを受け難くなるという利点があり、製造上のスループットの向上が実現する。

【0111】(実施例11) 本実施例は実施例6の中間調表示を実現する概念を具現化する別の実施例である。図17及び図18に、実施例10の図15及び図16に相当する図を示す。本実施例では、PX1はSUB1と平行に形成され、その上に誘電体層PAS1を形成している。PAS1は誘電率 ϵ を有する。そしてこの値がPAS1以外の領域と異なれば、PX1とCT間の電氣的距離をPAS1形成部と非形成部で異ならしめることができる。これにより、PX1とCTの物理的距離は領域毎に同じであるが、電氣的距離を領域毎に変えた構成とした。

【0112】一例として、PAS1に誘電率の低い、推奨としては5以下の有機材料を用い、PAS1の両側の空隙をPAS1より誘電率の高い材料で埋めた場合を示す。この場合電磁気学の法則より、PAS1形成部に相当する領域の電子ボール形成領域では、非形成領域に相当する領域より電界強度が弱くなる。還元すれば、PAS1形成領域ではPX1とCTの電氣的な距離が遠くなるということができる。本実施例ではこれを利用し中間調表示を実現する。

【0113】図17(a)及び図18(a)は黒表示状態である。一例として電子ボールの黒色部がプラスに帯電、CTが0V、PX1が+20Vである。

【0114】図17(b)及び図18(b)は暗い中間調状態である。一例としてPX1が-10V、CTが0Vである。PAS1形成領域では電界強度が低く、PAS1の膜厚の厚い領域ほど弱くなる。したがって、この状態ではPAS1の薄い領域のみで電界強度が閾値電圧を超え、電子ボールが回転する。表示は図18(b)のようになり、PAS1の両側に相当する領域が白領域WHとなり、暗い中間調となる。

【0115】図17(c)及び図18(c)は明るい中間調状態である。一例としてPX1が-15V、CTが0Vである。電極間の電圧差が拡大するため、電子ボールの反転はよりPAS1の厚い領域にまで及ぶ。図18(c)に示すように、PAS1の最厚部に相当する中央部以外は白状態となり、明るい中間調表示となる。

【0116】本実施例の特徴は一方の電極上に局所的に誘電体を設けることにあり、誘電体は周囲より誘電率の高いものでも良い。この場合、図18と逆に、中央部から周囲に向かって電圧差に応じて白領域が拡大する構成となる。

【0117】図18に示す構成ではPAS1を縦長に構成している。この場合、例えば図18(b)のように黒領域と白領域に距離差が生じ、画素の寸法によっては黒白領域が個別に目視される場合がある。

【0118】図19はこれを解消した構成例である。

【0119】図19(a)はPAS1を縦長に複数本構成したものである。これにより、黒部と白部の距離を狭くでき、目視上の平均化効果が上がり、均一な画素表示となる。

【0120】図19(b)はさらにPAS1を屈曲させた形状である。これにより、さらに黒領域と白領域が空間的に交じり合うため、より均一な表示となる。

【0121】図19(c)はPAS1を縦方向のみならず横方向にも配した例である。人間の視角は一方のストライプは見分け易いが、複数方向が混在すると分離能力が低下するという視角状の特性を有する。本構成では縦、横両方向に配置することで、黒領域と白領域を空間上混ぜ合わせ、均一な表示とした。さらに前述の視覚効果を利用し、視角上もより均一な構成とした。

【0122】(実施例12) 図21は図3のPX1とPX2を別基板に設けた構成であり、PX1をSUB1に、CTをPX2の代わりにSUB2に設けた例である。

【0123】図21(a)は図3(a)に相当する断面図、図21(b)は平面図となっている。

【0124】本構成でも、図3の構成と同様の効果を奏することができる。

【0125】またSUB1上にPX1とPX2双方を設ける場合、配線が複雑になるという点がある。本構成では構造を単純化することができ、製造の容易化が図れる。

【0126】(実施例13) 図22は、図21の変形例であり、図21(a)に相当する図を図22(a)に、図21(b)に相当する図を図22(b)に示す。

【0127】PX1がSUB1上に構成され、CTがSUB2上に構成されている。図21との違いは、CTが面状あるいはベタ状に構成され、その中に穴部を有して構成されている点にある。

【0128】これにより、CTの抵抗値の低減がはかれる。CT側は光がBLに入射し、またBLで反射した光が出斜する経路となるため、CTの透過率分光の輝度が低下する。したがって、CTの透過率を上げることが輝度向上に寄与する。そこで、CTを面状またはベタ状にし、一部に穴を設け、該穴部をPX1と対向する構成とすることで、CTの宮殿抵抗を低減できる。このため、CTの薄膜化が実現し、より明るい表示が実現する。

【0129】(実施例14) 図23は、本願各実施例に適用できる画像表示装置の構成の一例である。SUB1とSUB2により電子ボールを用いる画像表示素子が構成されている。SUB1上には駆動回路DRが実装され

ている。該画像表示素子の端部はフレームFMが形成されている。これにより駆動回路の保護が図られている。

【0130】FMはSUB1の背面全体に接地されていても良い。表示面がSUB2側とした場合はSUB1側からは光の入射、反射機能が不要だからである。

【0131】(実施例15) 電子ボールを用いた画像表示装置は、長時間画像を保持できるという特徴を有する。これは大きな利点であると同時に、欠点も内在する。すなわち、長時間同じ画像を表示するというこ

は、その状態が固定されやすくなることである。このため、長時間の同一画像表示後、画面を別の画像に切り替えても、前の画像が残って見える、いわゆる残像現象が生じ易くなる。

【0132】従来の電子ボールを用いた画像表示装置では、白黒の2値表示であった。この場合、画面の切り替わりは所詮黒と白だけであり、残像は目視上問題ないレベルであった。しかし、中間調表示を行うようになると、電圧差あるいは前の表示画像による電子ボールの回転閾値への影響が表示画像に影響を及ぼすようになり、残像に対する対応構造を設けることが望ましいものとなる。

【0133】従来の電子ボールを用いた画像表示装置では、2つの電極を上側基板と下側基板に別個の対向配置し、基板に縦方向に形成する電界により電子ボールの反転を行っている。したがって、黒表示を行える極性、白表示を行える極性は固定されたものとなり、変更することができない構造であった。

【0134】これに対し、本発明では、表示画像を変えずに極性を変更できる新規な構成を提案している。

【0135】図24に、図1の構成で表示を変えずに極性を変える例を説明する。

【0136】図24(a)はCTを0V、PX1をマイナス、PX2をプラスにした例である。このとき、電子ボールは図24(a)に示す配列で中間調状態となっている。

【0137】図24(b)はCTを0V、PX1をプラス、PX2をマイナスにした例である。図24(a)と同様の中間調状態である。しかし、電極上の電子ボールの黒白の関係、及び電極間の電子ボールの黒部の向きが逆転している。すなわち、表示状態を変えずに、極性の変更を実現した構成となっている。これにより、中間調での長時間同一極性での表示による残像の発生を防止することができる構造が実現された。

【0138】そしてPX1とPX2の極性の交換は、定期的に行われることが望ましい。これにより、残像を安定して防止でき、信頼性の高い画像表示装置とすることができる。

【0139】図25は図3の構成で極性を変える例である。図25(a)はPX1をマイナス、PX2をプラスとした例である。これに対し、図25(b)に示すPX

1とPX2の極性を逆にした例である。図25(a)と(b)でも、図24(a)と(b)の関係と同様に、中間調状態で表示を変えずに電極間の極性を変えることができ、残像を防止できる。

【0140】本実施例の基本概念は、電子ボールを用いた表示装置で、表示像を変えずに電界の極性あるいは電圧の極性を替えることにある。このため、該概念を実現する構造及び駆動方式は、本実施例の範疇に含むものである。

【0141】(実施例16) 本願での電子ボールの別形態を図26に示す。(a)は斜めから見た図、(b)は横から見た図である。電子ボールは円柱状に構成され、その半球が着色されている。これにより、反射領域を拡大でき、より明るい画像表示装置とすることができる。

【0142】本願の各実施例開示の構成はその思想を用いる限り変形例も本願開示の範疇に含む。またSUB1基板にはアクティブ素子を設けても良い。そしてPX1とPX2の一方もしくは双方をアクティブ素子で制御してもよい。これにより、より高精細表示に対応可能となる。この場合、液晶表示装置あるいは有機EL表示装置に用いられているTFT基板の概念を適用でき、本願実施例と組み合わせて場合も本願の開示範囲として含むものである。

【0143】

【発明の効果】以上詳述のように、本発明によれば電子ボールを用いた画像表示装置において、多階調表示を実現した画像表示装置を実現できる。

【0144】また64色以上の多色表示を実現できる。

【0145】また広視野角化が実現できる。

【0146】また残像を解消できる。

【0147】また、反射率を向上し、明るい画像表示装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による画像表示装置の画素断面図である。

【図2】本発明の一実施例による画像表示装置の画素平面図である。

【図3】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素断面図である。

【図4】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素平面図である。

【図5】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素平面図である。

【図6】本発明の他の実施例の説明図である。

【図7】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素断面図である。

【図8】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素断面図である。

【図9】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素断面図である。

【図10】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素配置の説明図である。

【図11】本発明の他の実施例による画像表示装置の説明図である。

【図12】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素表示の説明図である。

【図13】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素表示の説明図である。

【図14】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素平面図である。

【図15】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素断面図である。

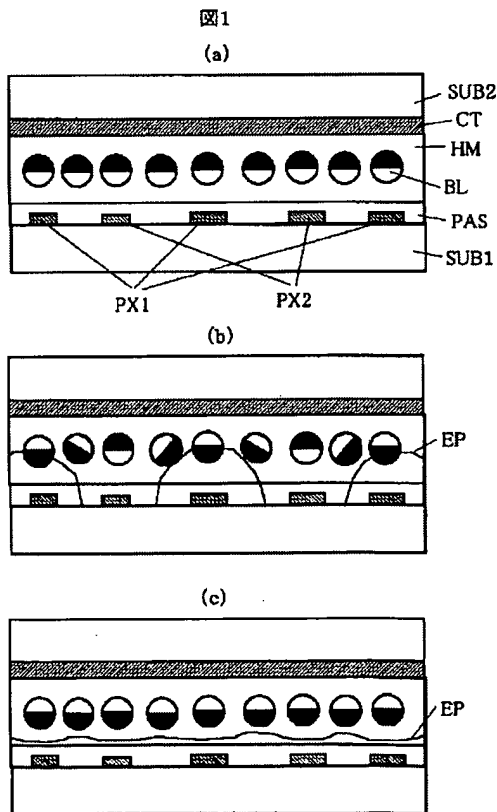
【図16】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素表示の説明図である。

【図17】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素断面図である。

【図18】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素表示の説明図である。

【図19】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素平面図である。

【図1】



*【図20】本発明の説明図である。

【図21】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素断面図である。

【図22】本発明の他の実施例による画像表示装置の画素断面図である。

【図23】本発明の画像表示装置の構成例である。

【図24】本発明の他の実施例の駆動の説明図である。

【図25】本発明の他の実施例の駆動の説明図である。

【図26】本発明の他の実施例の球状体の説明図であ

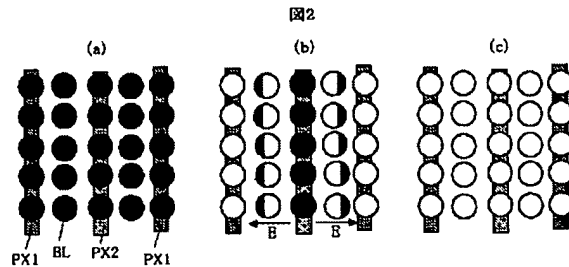
10 る。

【符号の説明】

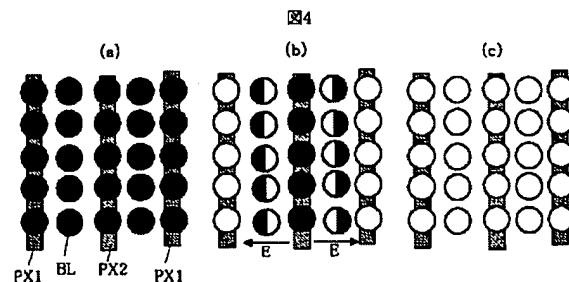
SUB1…基板、SUB2…基板、CT…基準電極、HM…支持体、BL…電子ボール、PAS…保護膜、PX1…第1電極、PX2…第2電極、SUB3…基板、SUB4…基板、UE…上部電極、LE…下部電極、SP…スペーサ、TP…タッチパネル、DIV…分離体、PAS2…第2保護膜、PAS3…第3保護膜、BK…黒表示領域、WH…白表示領域、MC…マイクロカプセル、DR…ドライバ、FM…フレーム、EP…等電位面、E…電界、IL…絶縁層。

*20

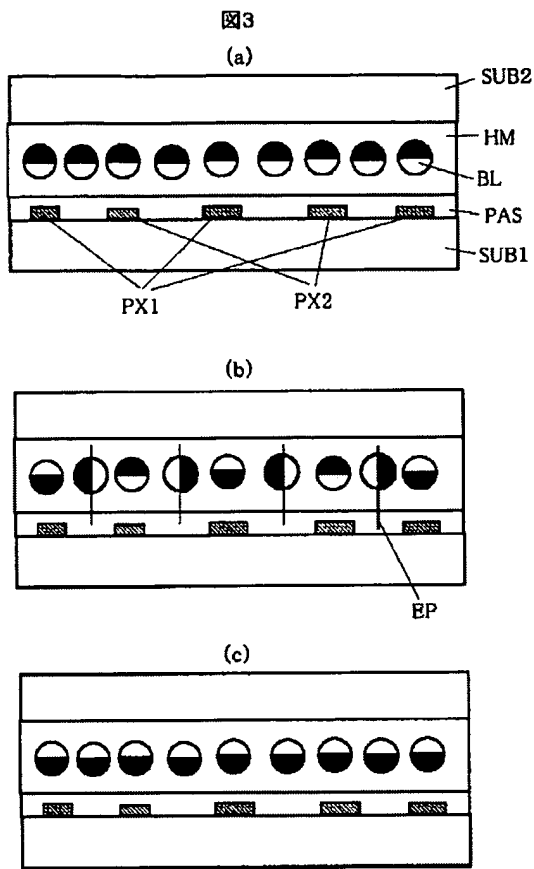
【図2】



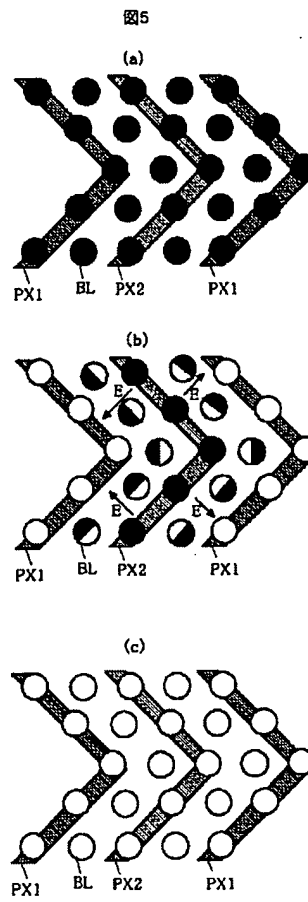
【図4】



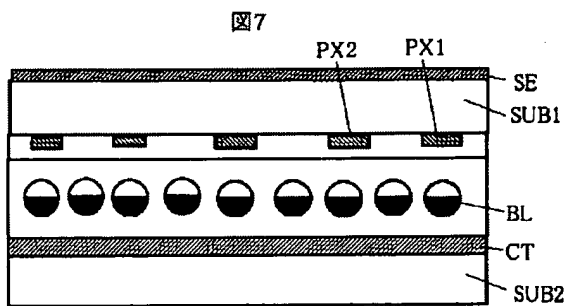
【図3】



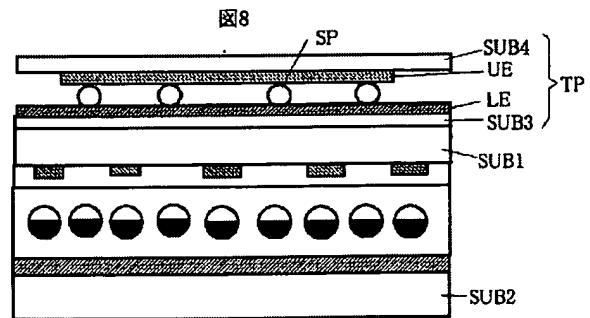
【図5】



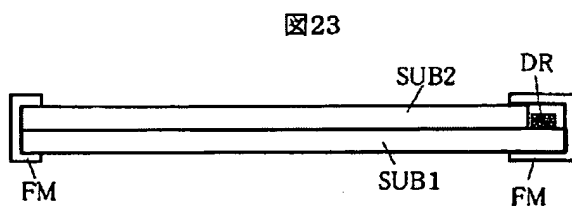
【図7】



【図8】

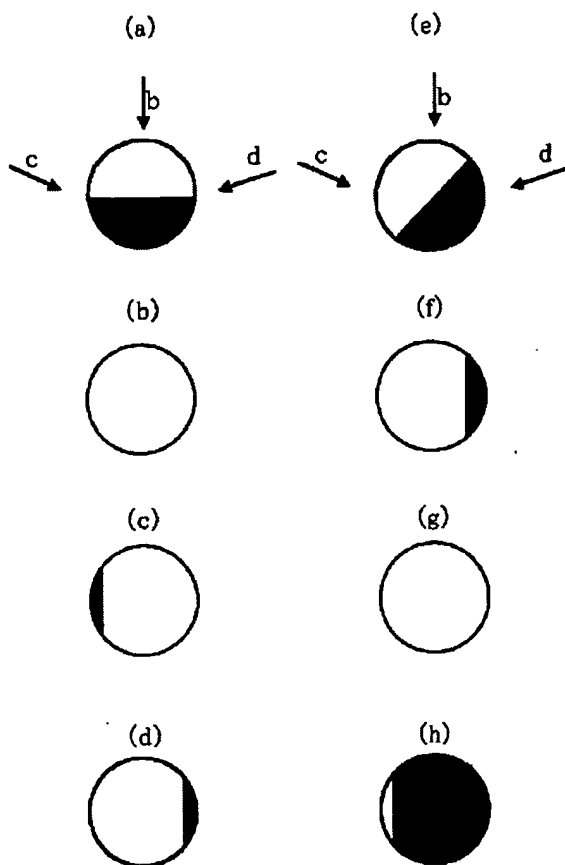


【図23】

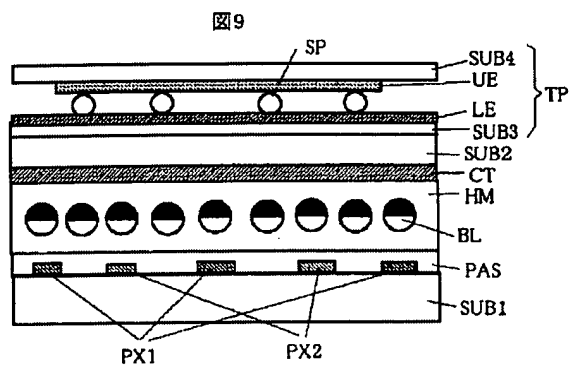


【図6】

図6

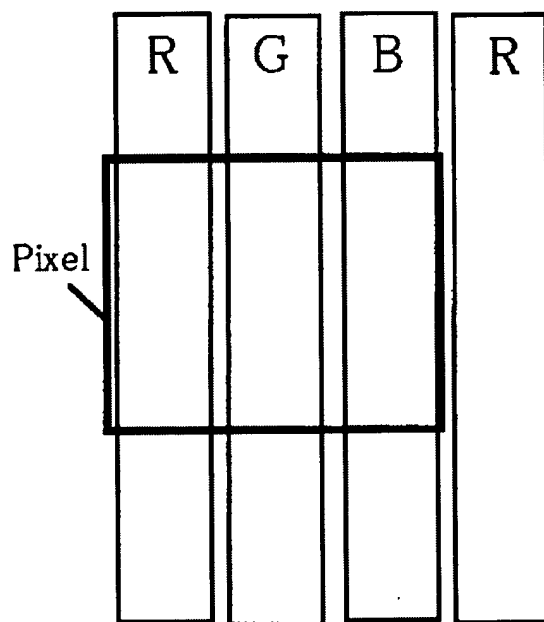


【図9】

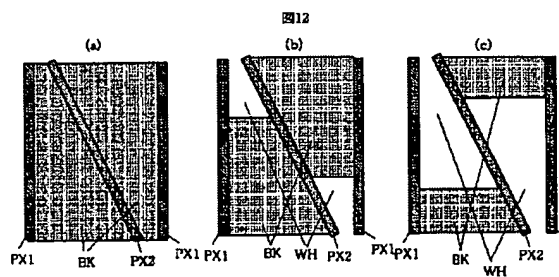


【図10】

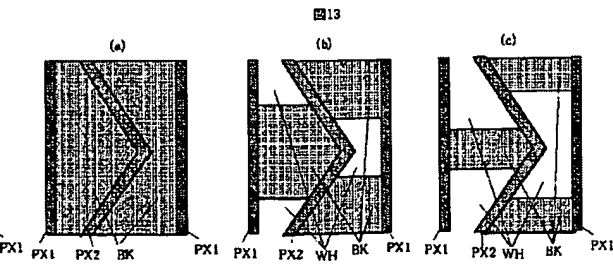
図10



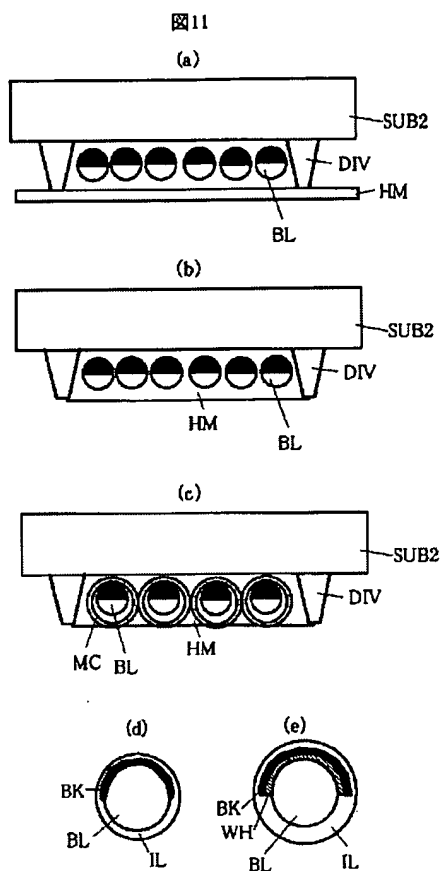
【図12】



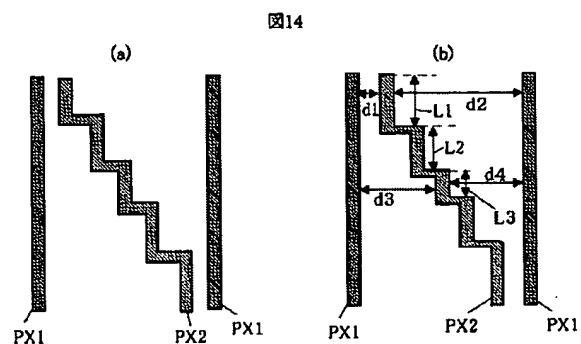
【図13】



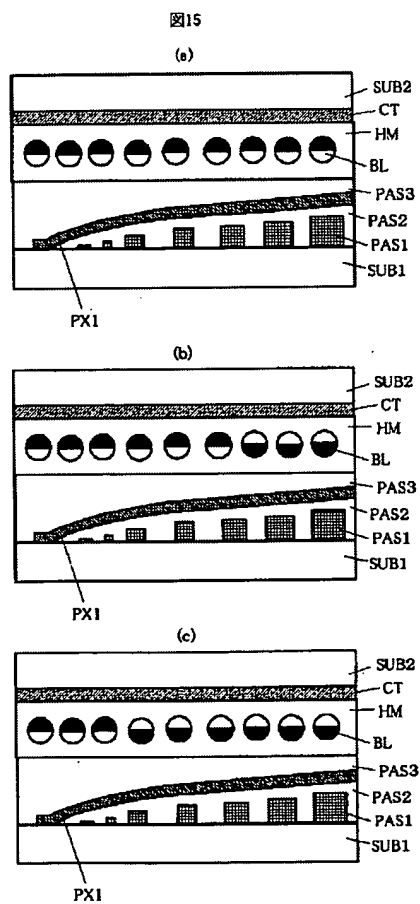
【図11】



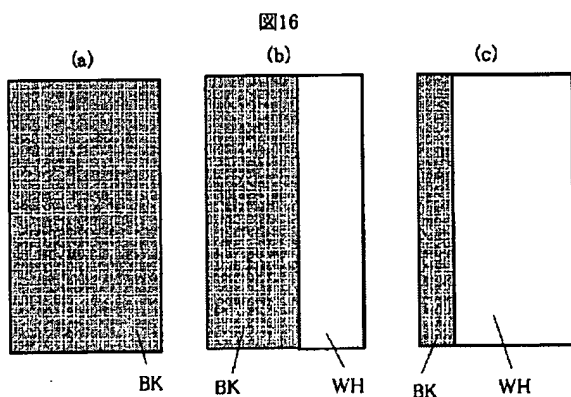
【図14】



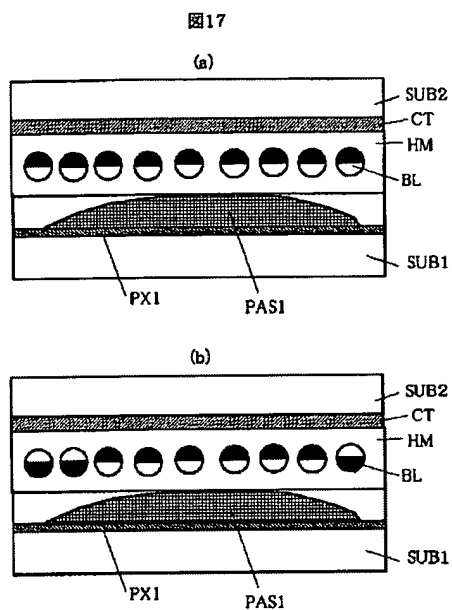
【図15】



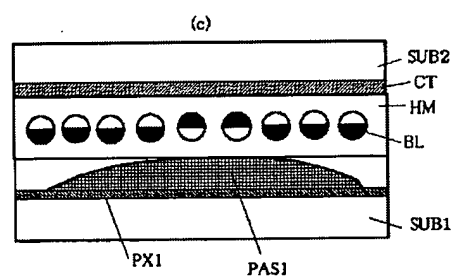
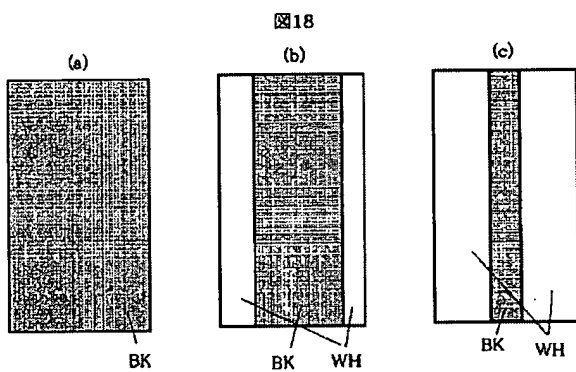
【図16】



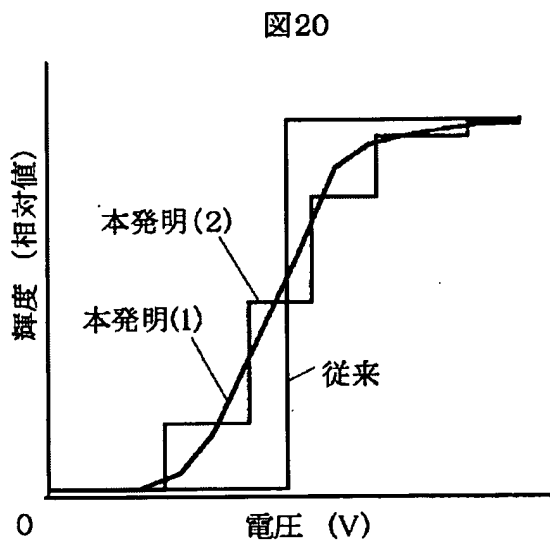
【図17】



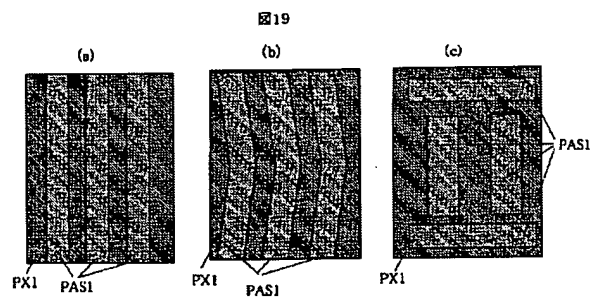
【図18】



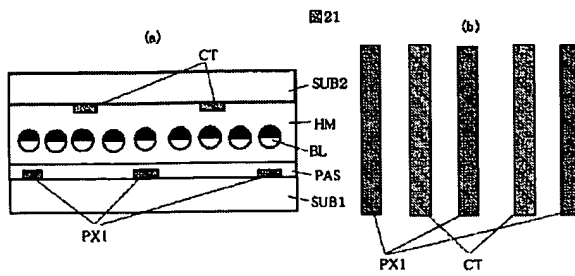
【図20】



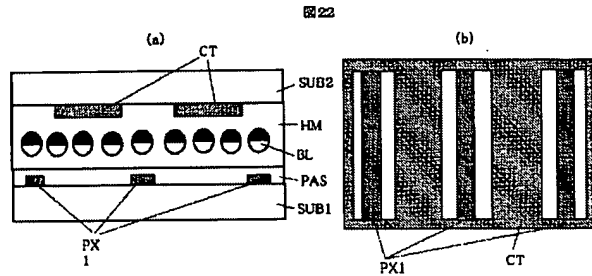
【図19】



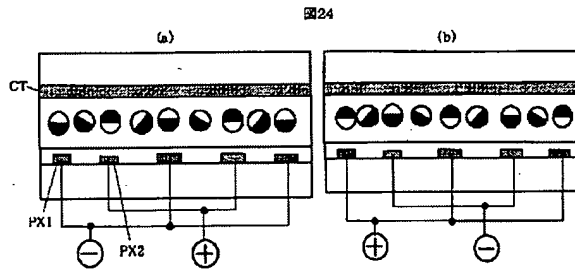
【図21】



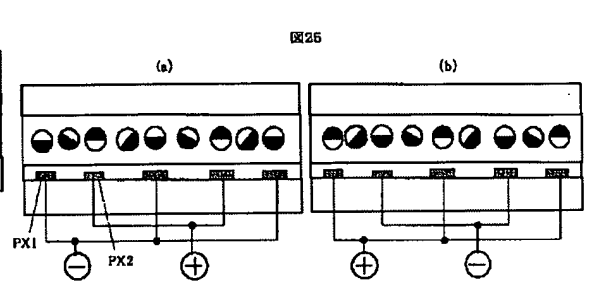
【図22】



【図24】

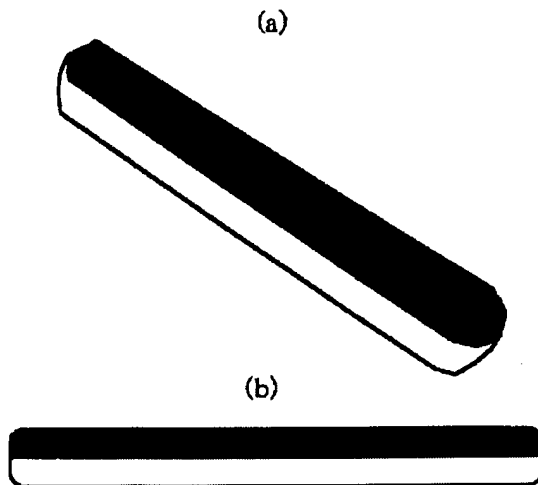


【図25】



【図26】

図26



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
G 0 9 C 3/20
3/34

識別記号
6 8 0

F I
G 0 9 C 3/20
3/34

サーチコード(参考)
6 8 0 H
Z